

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月23日
Date of Application:

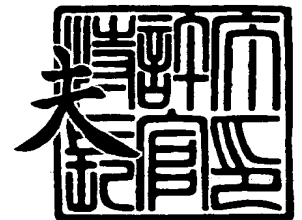
出願番号 特願2003-118090
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-118090]

出願人 富士通メディアデバイス株式会社
Applicant(s): 富士通株式会社

2003年12月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3103122

【書類名】 特許願

【整理番号】 03031901

【提出日】 平成15年 4月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03H 9/145
H03H 9/25
H03H 9/64

【発明の名称】 弾性表面波デバイス

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番地 1 2 富士通
メディアデバイス株式会社内

【氏名】 上田 政則

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番地 1 2 富士通
メディアデバイス株式会社内

【氏名】 川内 治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 井上 将吾

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 堤 潤

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 松田 隆志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 佐藤 良夫

【特許出願人】

【識別番号】 398067270

【氏名又は名称】 富士通メディアデバイス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094514

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 恒徳

【選任した代理人】

【識別番号】 100094525

【弁理士】

【氏名又は名称】 土井 健二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004142

【包括委任状番号】 9704944

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、
前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有し、
前記一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、
前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ （ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期）以下である先端ギャップ長を有している
ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 2】

圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、
前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有し、
前記一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、
前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が 0.2λ （ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期）以下である先端ギャップ長を有している
ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 3】

圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、
前記一对の反射電極間に形成された 3 つの組を成す櫛形電極を有し、
前記組を成す櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され

、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が0.

2 λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項4】

圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個ラダー型に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、

前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が0.

2 λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項5】

圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個格子状に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、

前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が0.

2 λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 6】

圧電単結晶基板上に形成された一対の反射電極と、
前記一対の反射電極間に形成された 3 つの組を成す櫛形電極を有し、
前記組を成す櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 7】

圧電単結晶基板上に形成された一対の反射電極と、前記一対の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個ラダー型に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、

前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 8】

圧電単結晶基板上に形成された一対の反射電極と、前記一対の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個格子状に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、

前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極

指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有している

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 9】 請求項 2 乃至 5 の何れか 1 項において、

さらに、前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化されていることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 10】 請求項 3 または 6 において、

更に、前記電極指の電極幅 L と、隣接する電極指間のスペース S との比 L/S を $0.6 \sim 0.8$ とする

ことを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 11】 請求項 1 及び 6 乃至 9 の何れか 1 項において、

前記厚膜化されたバスバーの一部領域は、前記複数の電極指と前記バスバーの接続端面から 0.75λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下の距離にあることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 12】 請求項 1 及び 6 乃至 9 の何れか 1 項において、

前記複数の電極指及びこれを接続する前記バスバーは Al を主成分とする金属からなり、前記厚膜化されたバスバーの一部領域は、前記複数の電極指の膜厚より 0.05λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以上の追加の厚さを有していることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 13】 請求項 12 において、

さらに好ましくは、前記厚膜化されたバスバーの一部領域の膜厚は、前記複数の電極指の膜厚に対し、 0.35λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) を越えない追加の厚さを有していることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 14】 請求項 1 及び 6 乃至 9 の何れか 1 項において、

前記厚膜化されたバスバーの一部領域が、重金属で形成されていることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 15】請求項 1 及び 6 乃至 9 の何れか 1 項において、
前記厚膜化されたバスバーの一部領域が、絶縁物で形成されていることを特徴とする弾性表面波デバイス。

【請求項 16】前記圧電単結晶基板は LiTaO_3 もしくは LiNbO_3 であって、前記基板の漏洩弾性表面波 (LSAW) を使用したことを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れか 1 項に記載の弾性表面波デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弾性表面波 (SAW) デバイスに関する。特に、低損失で角型性に優れたフィルタ特性を有する弾性表面波デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】

基板上を伝搬する弾性表面波の特性を利用する弾性表面波デバイスである弾性表面波フィルタは、誘電体フィルタや積層 LC フィルタ等と比較して小型軽量で角型性に優れたフィルタ特性を有している。このために、近年、携帯電話機等の用途に広く使用されている。

【0003】

特に、携帯電話機等の無線周波数 (RF) 部に使用される場合は、受信感度の向上や消費電力の低減、通過帯域近傍のノイズレベルを十分抑圧させる目的から弾性表面波フィルタに対して、損失が小さく、角型性の優れたフィルタ特性が要求されている。

【0004】

かかる要求に対応する、弾性表面波フィルタとしての弾性表面波デバイスの特性改善に関し、種々の技術が提案されている。その一つは、圧電基板として、回転 Y カット X 方向伝搬 LiTaO_3 基板を用い、この上に形成される一組の櫛形電極の電極指を互いに差し込んで形成される変換器 (IDT: Inter-Digital Transducer) に関し、前記櫛形電極を構成する複数の電極指の先端と前記複数の電極指を接続するバスバーとの間のギャップ長を狭くすることにより、前記ギャップ領域

で生じる S S B W (Surface Skimming Bulk Wave) を抑圧して、平坦性の優れた通過特性を得る技術がある (特許文献 1)。

【0 0 0 5】

また、伝搬方向の異方性指数 (γ) が -1 より小さい圧電基板を用い、I D T を構成する櫛形電極の電極指の電極幅 L と電極指間隔 S の比 L/S や、バスバーの膜厚を規定して、弾性表面波のエネルギーを効果的に閉じ込め、損失の低減及びフィルタ特性の改善を向上させる技術がある (特許文献 2)。

【0 0 0 6】

さらに、本願発明者が先に提案した技術として、電極膜厚と弾性表面波の波長との比及び、電極幅と電極ピッチの比を特定の関係に規定することにより、広帯域、低損失を実現する技術 (特許文献 3) 及び、先願発明としてラダー型フィルタを構成する弾性表面波フィルタにおいて電極幅と電極ピッチの比を特定の関係に規定することにより、角型特性に優れたフィルタを実現する技術 (特願 2 0 0 1 - 3 9 0 7 0 7 号) がある。

【0 0 0 7】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 3 1 4 3 6 6 号公報

【0 0 0 8】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 1 0 0 9 5 2 号公報

【0 0 0 9】

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 1 7 6 3 3 3 号公報

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、I D T で発生する弾性表面波の伝搬方向に対する垂直方向 (横方向) の波のエネルギーの閉じ込めを十分に行うことによりフィルタの損失や角型性能を向上させることが可能である。横方向の波のエネルギーの閉じ込めを行う手段として次の態様が考えられる。

【0011】

一つはバスバーと櫛形電極の音速差を利用したもので、例えば回転YカットX方向伝搬LiTaO₃基板の漏れ弾性表面波 (LSAW: Leaky Surface Acoustic Wave) を使用した場合は、バスバーの電極厚みを厚くして音速を低下させる方法 (特許文献2) や、他の手段としてダミー電極を設ける方法がある (特許文献1)。

【0012】

しかし、これらの手段により横方向のエネルギー閉じ込めを行った場合、確かにフィルタの損失は改善されるが、本発明者の調査、研究によりバスバーと櫛形電極の先端ギャップに弾性波のエネルギー集中が起これ、この集中したエネルギーは結果的にフィルタにおける挿入損失になることが判明した。

【0013】

またラダーフィルタの直列腕の共振器において櫛形電極の電極幅と電極間距離の比 L/S を 0.35 程度にして櫛形電極の音速を上昇させ、且つダミー電極を設置してエネルギーを閉じ込めることによって通過帯域の特に高周波側の特性を改善する手法がある (前記特許出願: 特願 2001-390707 号) が、これらの手法においても、先端ギャップに弾性波のエネルギー集中が生じる。多重モードフィルタで櫛形電極の電極幅と電極間距離の比 L/S を大きくし、且つダミー電極を形成しても同様な問題が発生する。

【0014】

したがって、本発明の目的は、特許文献1や特許文献2または先に本発明者らが提案した手法による問題点を解決して更に低挿入損失で、角型特性に優れた弾性表面波デバイスを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第1の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有し、前記一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記複数の電極指の先端

部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0016】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第2の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有し、前記一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0017】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第3の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された3つの組を成す櫛形電極を有し、前記組を成す櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0018】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第4の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個ラダー型に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の

一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0019】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第5の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個格子状に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、交互に配列される複数の電極指とダミー電極と、前記複数の電極指とダミー電極を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記複数の電極指の先端部から対向するダミー電極の先端部までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0020】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第6の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された3つの組を成す櫛形電極を有し、前記組を成す櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0021】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第7の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個ラダー型に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ

前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ

前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0022】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第8の態様は、圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有して構成される共振器を複数個格子状に接続して構成された弾性表面波デバイスであって、前記共振器を構成する一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、

前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下である先端ギャップ長を有していることを特徴とする。

【0023】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第9の態様は、第2乃至5の態様の何れか1つにおいて、更に前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化されていることを特徴とする。

【0024】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第10の態様は、第3または6の態様において、前記電極指の電極幅 L と、隣接する電極指間のスペース S との比 L/S を $0.6 \sim 0.8$ とすることを特徴とする。

【0025】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第11の態様は、第1, 6乃至9の態様の何れか1項において、前記厚膜化されたバスバーの一部領域は、前記複数の電極指と前記バスバーの接続端面から 0.75λ (ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期) 以下の距離にあることを特徴とする。

【0026】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第12の態様は、第

1, 6乃至9の態様において、前記複数の電極指及びこれを接続する前記バスバーはA1を主成分とする金属からなり、前記厚膜化されたバスバーの一部領域は、前記複数の電極指の膜厚より 0.05λ （ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期）以上の追加の厚さを有していることを特徴とする。

【0027】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第13の態様は、第12の態様において、さらに好ましくは、前記厚膜化されたバスバーの一部領域の膜厚は、前記複数の電極指の膜厚に対し、 0.35λ （ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期）を越えない追加の厚さを有していることを特徴とする。

【0028】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第14の態様は、第1, 6乃至9の態様において、前記厚膜化されたバスバーの一部領域が、重金属で形成されていることを特徴とする。

【0029】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第15の態様は、第1, 6乃至9の態様において、前記厚膜化されたバスバーの一部領域が、絶縁物で形成されていることを特徴とする。

【0030】

上記の課題を解決する本発明に従う弾性表面波デバイスの第16の態様は、第1, 6乃至9の態様において、前記圧電単結晶基板は LiTaO_3 もしくは LiNbO_3 であって、前記基板の漏洩弾性表面波（LSAW）を使用したことを特徴とする。

【0031】

本発明の特徴は、以下に図面に従い説明する発明の実施の形態例から更に明らかにする。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態例を図に従って説明するが、本発明の理解のために、上記した本発明者の調査、研究に基づく横方向のエネルギー閉じ込めについて、先に説明する。

【0033】

図1は、回転YカットX方向伝搬LiTaO₃基板の漏れ弾性表面波（LSAW: Leaky Surface Acoustic Wave）を使用した場合の、弾性表面波の横方向モードプロファイルの一例を示す図である。

【0034】

図1中、IDT1を構成する一組の櫛形電極において、それぞれの複数の電極指2、2'を接続するバスバー3、3'は、電極指2、2'よりも電極の厚みを厚くして音速が低下される。電極指2、2'の先端とバスバー3'、3との間のギャップ部4、4'を先端ギャップと呼び、その大きさの数値は櫛形電極の周期(λ)で規格化されている。

【0035】

図1は、更に、かかるIDT1の構成に対し、ギャップ部4、4'の大きさを変化した時の、表面波の横方向レベルの特性をモードプロファイルとして示している。

【0036】

本発明者は、かかるギャップ部4、4'の大きさを変化したときのモードプロファイルを検討した。たとえば、 0.00λ は、パラメータとするギャップ部4、4'の大きさが“ゼロ”を意味しており、従来のフィルタ構成では、 0.25λ とすることが一般的であった。

【0037】

このとき、図1において、 0.25λ の場合には明らかにギャップ部4、4'にエネルギー集中（図中太い矢印で示している）が生じている。さらに、電極指2、2'の先端部をバスバー3、3'に近づけるほど（ $0.20\lambda \rightarrow 0.00\lambda$ ）、ギャップ部4、4'のエネルギー集中が低減して行くことがわかる。

【0038】

したがって、本発明者は、かかる認識に基づき種々の実施例形態について検討を行った。

【0039】

なお、図1に示すモードプロファイルの解析のために使用した基板は $42^\circ Y$

カット X 方向伝搬 LiTaO_3 基板であり、IDT1 を構成する櫛形電極の電極指 2, 2' はアルミニウム (Al) で、電極膜厚は 180 nm, 電極指 2, 2' の周期 λ は約 $2 \mu\text{m}$ (1.9 GHz 帯)、電極指 2, 2' の交差幅は $43 \mu\text{m}$ であり、更に電極指 2, 2' は、両サイドに配置されたバスバー 3, 3' により接続されている。

【0040】

また櫛形電極のバスバー 3, 3' には電極指 2, 2' と同じ膜厚の Al の上に更に 300 nm の Al 層が堆積され追加の厚さを形成している。従来、IDT1 において、一般にバスバー 3, 3' と電極指 2, 2' の先端との先端ギャップ 4, 4' は波長に対して 0.25λ で設計されており、図 1 から、その場合はギャップ部 4, 4' に弾性波のエネルギーが集中していることがわかる。

【0041】

これに対し、ギャップ部 4, 4' を狭くして行くとギャップ部 4, 4' のエネルギー集中が緩和され、IDT1 の電極指 2, 2' の中央領域にエネルギーが集中して行く様子がわかる。

【0042】

ここで、図 2 及び図 3 に、本発明者が行った先端ギャップとフィルタ特性の関係を表す検討結果を示す。ここでは上記と同様の圧電単結晶基板に、同じ電極膜厚で 1.9 GHz 帯の 3 つの IDT1-1 ~ 1-3 を用いて 3 IDT 型の多重モードフィルタを形成した。図 4 にかかる 3 IDT 型多重モードフィルタの実施例構成を示す。

【0043】

IDT1-1 及び IDT1-3 の隣にはエネルギー集中を高めるために反射電極 5-1, 5-2 が設けられ、共振特性によるフィルタ特性を有する弾性表面波共振器が形成されている。

【0044】

ここで、図 2、図 3 において、通過帯域の低周波側のポイント (-4 dB ポイント) と -50 dB のフィルタの所謂スカート部との周波数差を遷移領域として、先端ギャップに対する遷移領域の大きさの変化を比較した。

【0045】

この遷移領域は“0 MHz”に近づけば理想的な角型を有するフィルタに近づくことを意味する。図2において、一般的な従来の先端ギャップ4, 4'の数値0.25 λ では遷移領域は約12 MHzである。これに対し、図1に示したように先端ギャップを狭めるほど、モードプロファイルが電極指の中央に集中し、遷移領域が改善される結果が得られた。

【0046】

図2から良好なフィルタ特性（中心周波数が約1.9 GHzであるときの遷移領域11 MHz以下）を得るには先端ギャップの大きさが、0.2 λ 以下であることが望ましく、またIDTの電極指2, 2'とバスバー3, 3'が短絡せず、フィルタ機能を維持するためには、製造限界値として先端ギャップの大きさは、0.1 μm は必要である。この数値は半導体プロセスのエッチング技術に依存するものである。

【0047】

図3は、上記の3 IDT型の多重モードフィルタの、先端ギャップ4, 4'を変化した時のフィルタの通過特性を示す図である。先端ギャップ4, 4'を0.25 λ (I)を基準に、0.15 λ (II)、0.50 λ (III)と変えたときの通過特性を示している。この図3に示す特性から、先端ギャップ4, 4'を小さくするほど、図2に示す遷移領域の変化に対応するように、特に帯域の低周波側の挿入損失が改善されていることが判る。

【0048】

次にバスバー3, 3'に堆積された厚膜電極について考察する。図5は、図4に示す3 IDT多重モードフィルタの構成において、一つのIDTのみを拡大して示す図である。電極指2, 2'と、その両側にバスバー3, 3'が配置される。さらに、バスバー3, 3'には、その一部に図5に示す実施例では、電極指2, 2'とバスバー3, 3'の接続面から距離Mだけ離れた領域31(31')に堆積された厚膜電極が形成されている。以降、この距離Mを本発明において、厚膜化マージンと定義する。

【0049】

図6は、厚膜化マージンMと遷移領域の関係を測定した図である。ここで使用されたフィルタは前記と同様の3 IDT型多重モードフィルタ構成のものである。図6により厚膜化マージンMが0に近づくほど、遷移領域が改善されていることが判る。図2において説明した様に、中心周波数が約1.9 GHzであるときの遷移領域が11 MHz以下である場合に良好なフィルタ特性が得られる。この条件を満たす厚膜化マージンMは、図6において、 0.75λ 以下である。下限は、 0λ 以下では電極指2、2'とバスバー3、3'が短絡する危険性があるので、製造限界により制限される。

【0050】

さらに、本発明者は、バスバー3、3'に堆積された厚膜領域の追加の厚さについて考察を行った。

【0051】

図7は、バスバー3、3'に堆積形成された追加膜厚とフィルタの最小挿入損失の関係を示す図である。ここでの追加膜厚とはIDT部1の電極指2、2'及びバスバー3、3'の前記厚膜化マージンMの領域の電極厚みに対し、更に堆積され、厚くされた膜厚を意味する。

【0052】

また、ここで使用したフィルタは前記と同様の3 IDT型多重モードフィルタ構成のものである。図6に示すグラフは、条件として、厚膜化マージンMを 0.5λ 、電極指2、2'とバスバー3、3'と間のギャップ部4、4'の大きさを 0.25λ とするとときの測定値である。

【0053】

この測定結果より、最小挿入損失(Min. loss)を考慮する場合、追加膜厚は 0.05λ 以上が望ましく、更には 0.05λ 以上で 0.35λ 以下であれば、最小挿入損失(Min. loss)を-2 dB以下とする好ましいフィルタ特性が得られる。

【0054】

ここで、上記の説明において、バスバー3、3'に堆積した厚膜はAlを使用したAlを主成分とした金属材料、Au等の重金属でも良くその場合、Alとの比重を比較して適用するのが望ましい。さらにバスバー3、3'に堆積した厚

膜 31, 31' は、音速を下げる目的であるので、 SiO_2 等の絶縁物でも良く、その場合、更に IDT1 の電極指 2, 2' とバスバー 3, 3' との短絡を防ぐことが出来る。

【0055】

次に、本発明に従う、更なる実施例について説明する。この実施例では IDT にダミー電極が設置された場合のフィルタ構成が対象である。図 8 は、IDT にダミー電極が設置された場合のフィルタ構成の実施例であり、IDT の電極指 2, 2' とバスバー 3, 3' の間の先端ギャップ 4, 4' 側にダミー電極 21, 21' が付加されている。

【0056】

図 8 において、○で囲った部分を拡大した図が左上に示され、電極指 2, 2' の電極幅 L と電極指 2, 2' 間の隣接距離 S を示している。図 9、図 10 は、900 MHz 帯の 3 IDT 型の多重モードフィルタの特性図であり、基板材料としては 42°Y カット LiTaO_3 を使用したものであり、前記の電極幅 L と電極間スペース S の比 L/S は約 0.7 である。

【0057】

図 9 は、ダミー電極の有無による特性差を示し、 $1 \sim 3 \lambda$ のダミー電極 21, 21' を設置した 2 つのサンプル(図 9 A1、A2)は、ダミー電極 21, 21' を設置しない場合のサンプル(図 9 B)に比して、通過帯域の低周波側の損失が改善されていることが判る。

【0058】

さらに先端ギャップ 4, 4' を変化させたときの特性を図 10 に示す。先端ギャップを一般的な 0.25λ とする場合(図 10 A)より狭くする場合の 2 つのサンプル(図 10 B1, B2: 0.09λ)は、通過帯域の低周波側が更に改善されていることが分かる。ここで多重モードフィルタの L/S は約 0.7 としたが 0.6 ~ 0.8 程度であれば広帯域、低損失なフィルタ特性が得られることが本発明者により確認されている。

【0059】

また、図 11 に示すような弾性表面波共振器を梯子段上に接続したラダー型フ

フィルタにおいても、それを構成する共振器に、ダミー電極を設置し、電極指ととの間の先端ギャップを狭くすることにより同様に挿入損失及び角型性が改善されることも本発明者により確認している。

【0060】

以上の説明において、圧電単結晶基板として 42° Yカット LiTaO_3 のもれ弾性表面波フィルタを使用した例を示したが、他の回転角度（回転Y）でも良くまた LiNbO_3 の回転Y板を用いることも可能である。

【0061】

本発明の適用は、弾性表面波の共振特性を使用した図11に示したラダー型フィルタや図4に示した多重モードフィルタにおいて効果的である。同様に図12に示す共振器を格子型に組んだラティス型フィルタにおいても効果的である。

【0062】

【発明の効果】

以上図面に従い、本発明の実施の形態を説明したように、本発明により横方向のエネルギー閉じ込めを効率よく行うことを可能とし、挿入損失及び好ましいフィルタの角型特性を有する弾性表面波デバイスが提供可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

回転YカットX方向伝搬 LiTaO_3 基板の漏れ弾性表面波を使用した場合の、弾性表面波の横方向モードプロファイルの一例を示す図である。

【図2】

本発明者が行った先端ギャップとフィルタ特性の関係を表す検討結果を示す図である。

【図3】

3IDT型の多重モードフィルタの、先端ギャップ 4 、 $4'$ を変化した時のフィルタの通過特性を示す図である。

【図4】

3IDT型多重モードフィルタの実施例構成を示す図である。

【図5】

図4に示す3 IDT多重モードフィルタの構成において、一つのIDTのみを拡大して示す図である。

【図6】

厚膜化マージンMと遷移領域の関係を測定した図である。

【図7】

バスバー3、3'に堆積形成された追加膜厚とフィルタの最小挿入損失の関係を示す図である。

【図8】

IDTにダミー電極が設置された場合のフィルタ構成の実施例を示す図である。

【図9】

ダミー電極の有無による特性差を示す図である。

【図10】

先端ギャップ4、4'を変化させたときの特性を示す図10である。

【図11】

弾性表面波共振器を梯子段上に接続したラダー型フィルタを示す図である。

【図12】

共振器を格子型に組んだラティス型フィルタを示す図である。

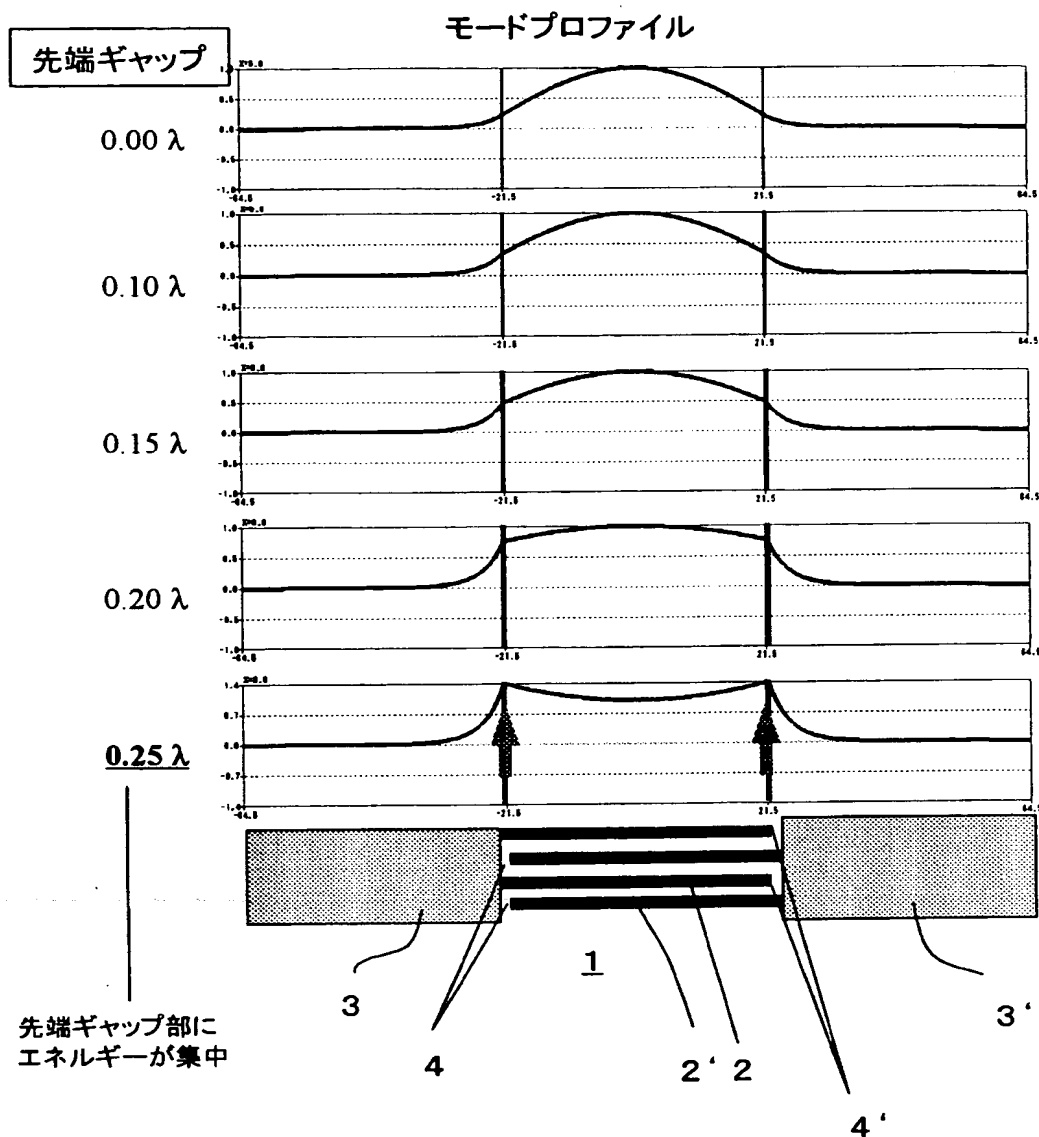
【符号の説明】

1	IDT
2、2'	電極指
3、3'	バスバー
4、4'	先端ギャップ
21、21'	ダミー電極
5-1、5-2	反射器

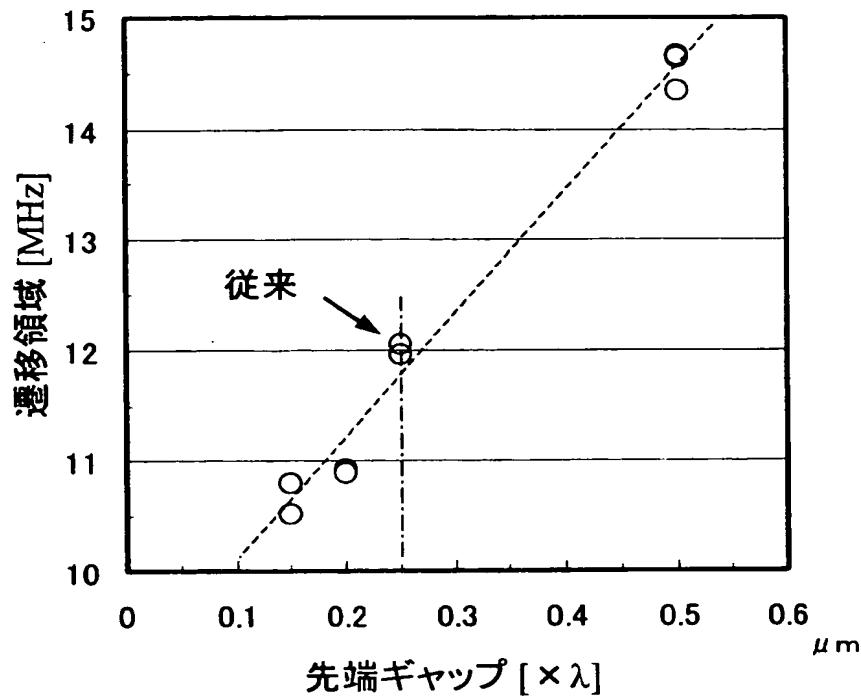
【書類名】

図面

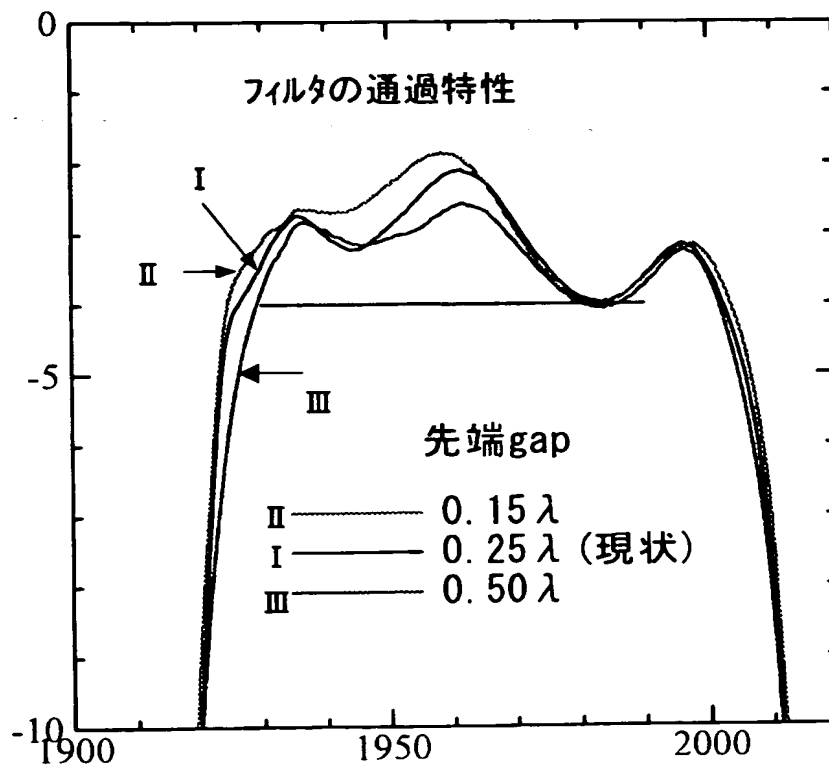
【図 1】



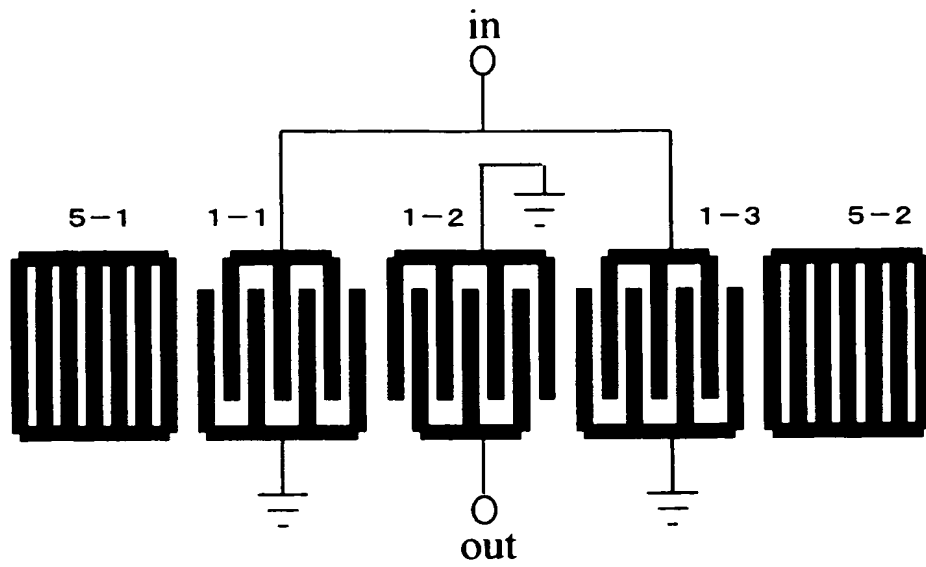
【図 2】



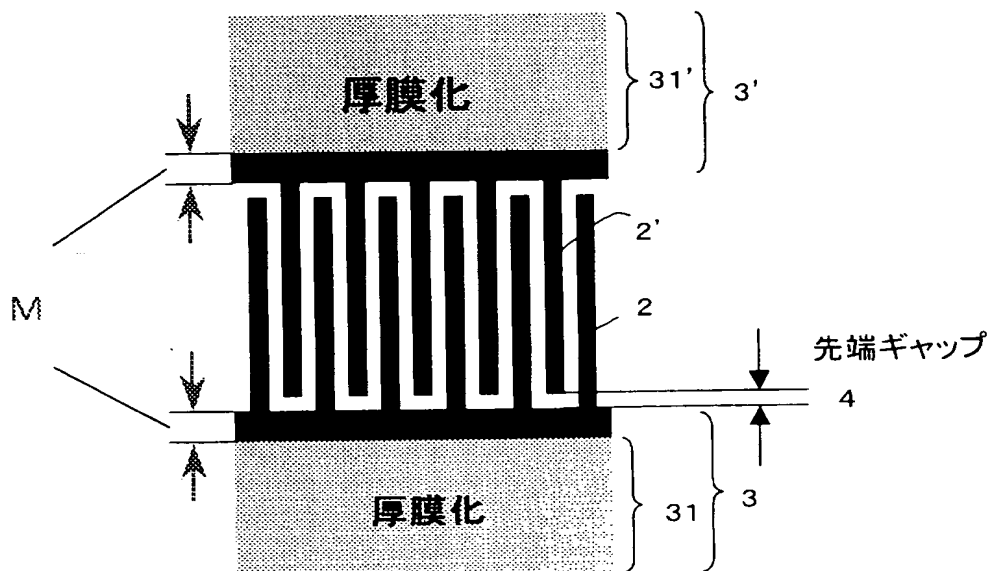
【図 3】



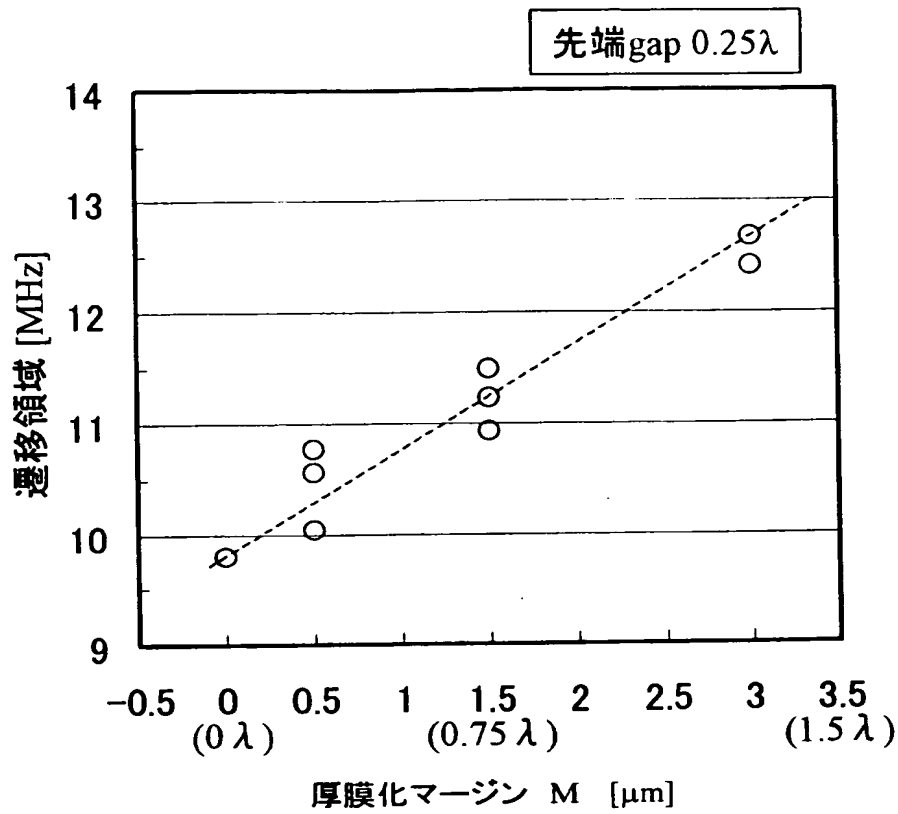
【図 4】



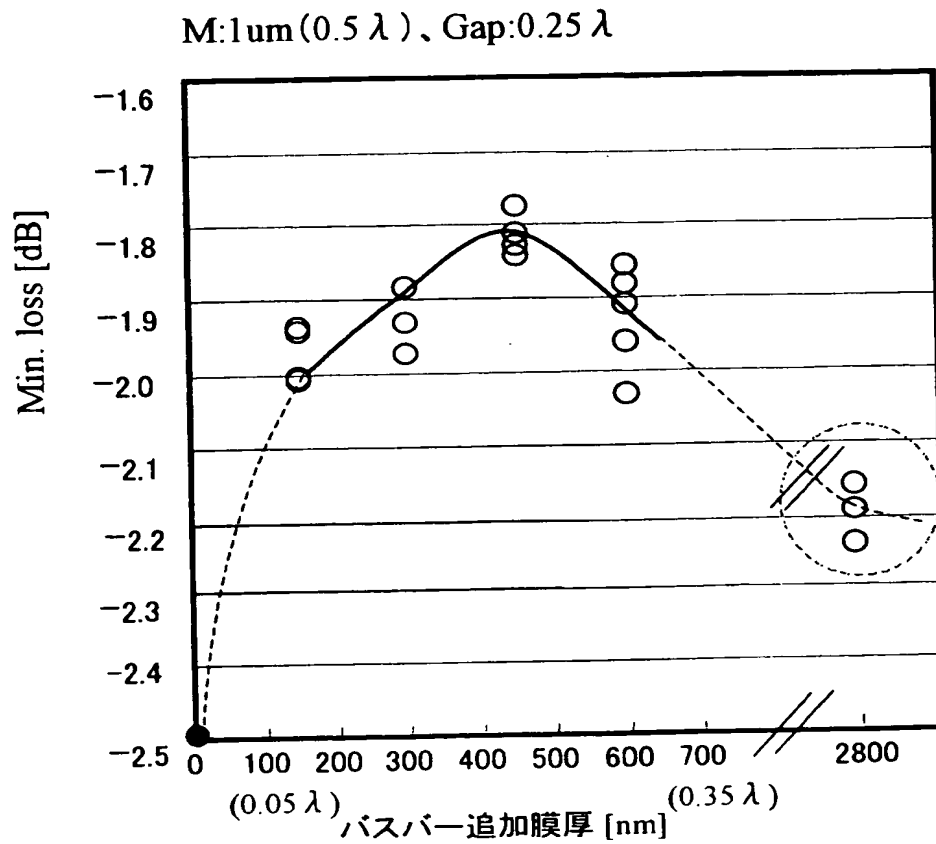
【図 5】



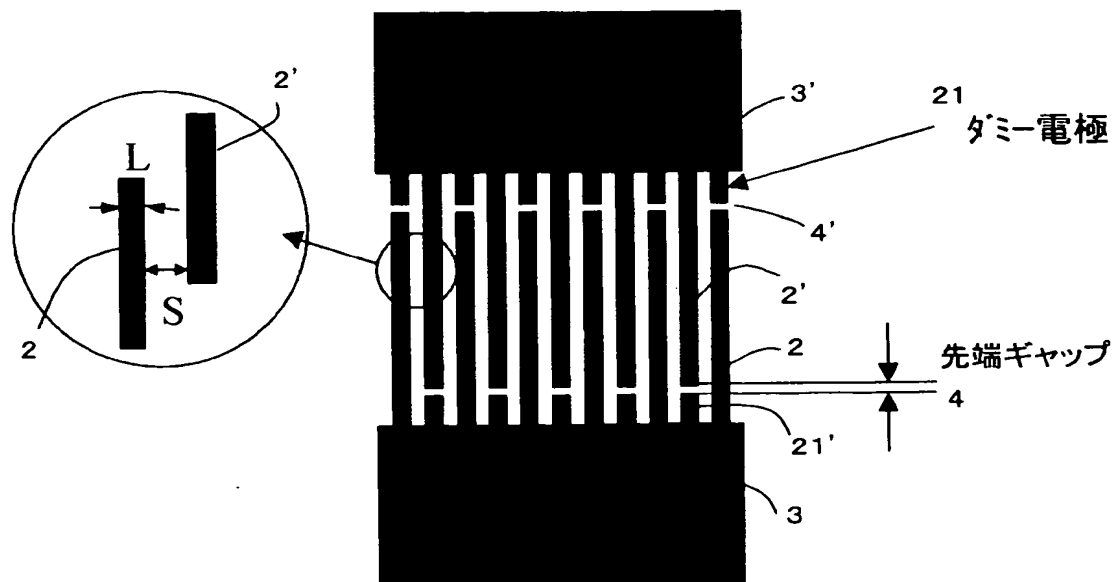
【図 6】



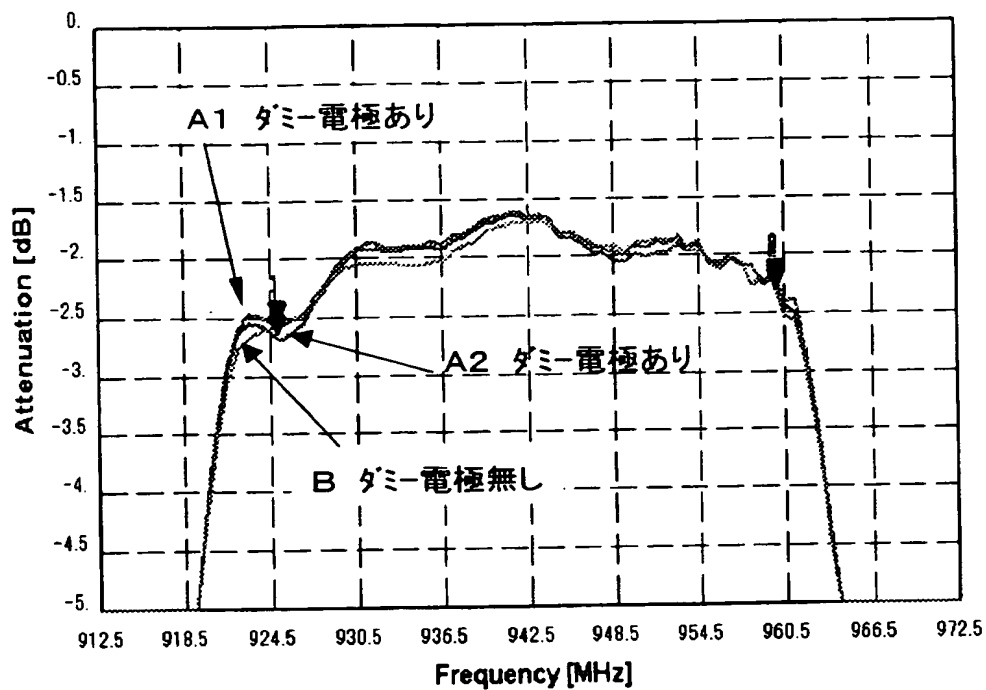
【図 7】



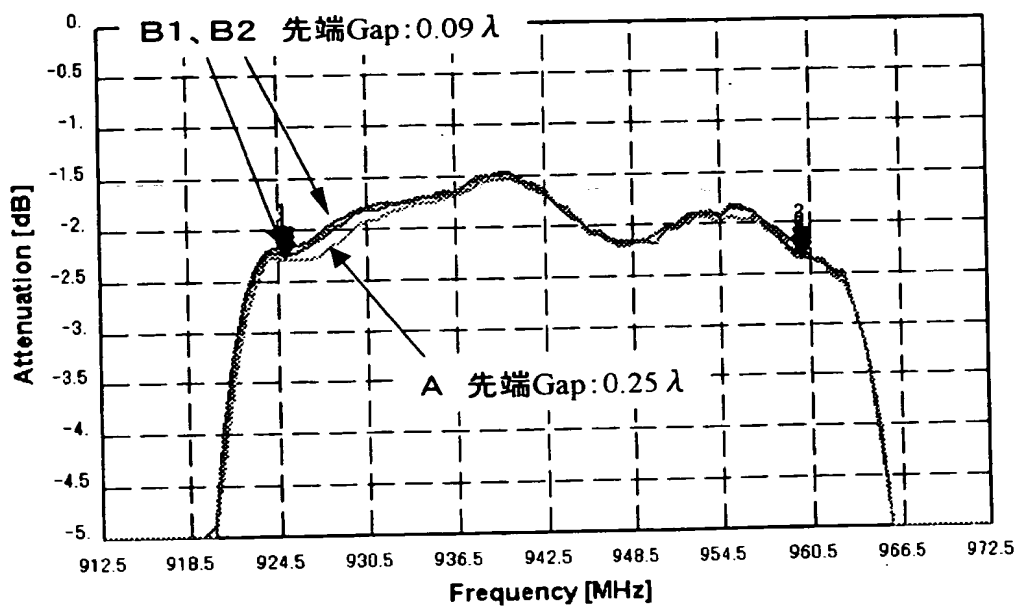
【図 8】



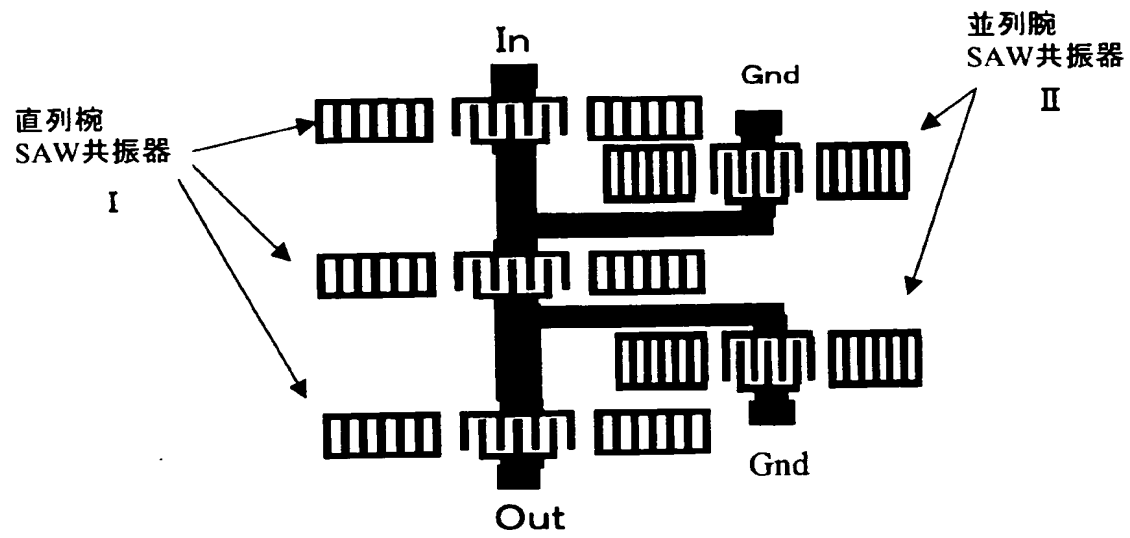
【図 9】



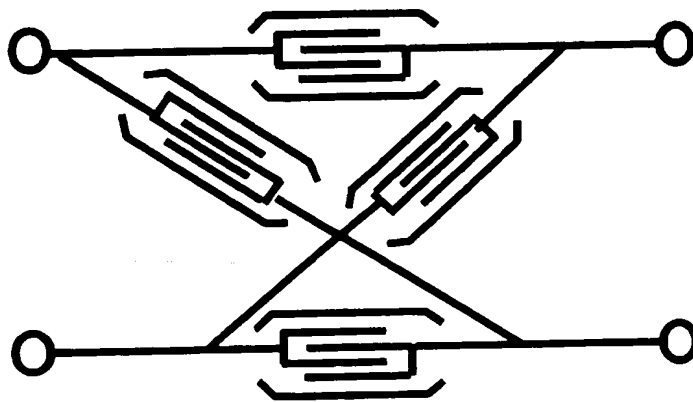
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】横方向のエネルギー閉じ込めを効率よく行うことを可能とし、挿入損失及び好ましいフィルタの角型特性を有する弾性表面波デバイスが提供する。

【解決手段】圧電単結晶基板上に形成された一对の反射電極と、前記一对の反射電極間に形成された少なくとも一組の櫛形電極を有し、前記一組の櫛形電極の各々は、複数の電極指と、前記複数の電極指を共通に接続するバスバーを有して構成され、前記各々の櫛形電極の電極指が互いに差し込まれた状態とされ、前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化され、且つ前記複数の電極指の先端部から対向する前記バスバーの端面までの距離が 0.2λ （ただし、 λ は前記櫛形電極の一周期）以下である先端ギャップ長を有している。また、前記バスバーの一部領域が、前記複数の電極指の厚みよりも厚膜化されている。

【選択図】 図5

特願 2 0 0 3 - 1 1 8 0 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 8 0 6 7 2 7 0]

- | | |
|----------|----------------------------|
| 1. 変更年月日 | 2 0 0 2 年 1 1 月 5 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番 1 2 号 |
| 氏 名 | 富士通メディアデバイス株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年 5 月 3 0 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番地 1 2 |
| 氏 名 | 富士通メディアデバイス株式会社 |

特願 2003-118090

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005223]

1. 変更年月日

1996年 3月26日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名

富士通株式会社